

10/608,031

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2002年 8月30日

出願番号
Application Number: 特願2002-253391

パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号
the country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

J P 2 0 0 2 - 2 5 3 3 9 1

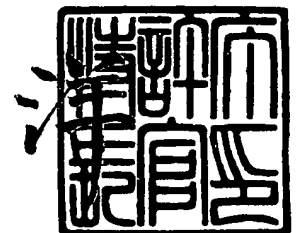
出願人
Applicant(s): 古河電気工業株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2005年 9月 5日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



【書類名】 特許願

【整理番号】 A20219

【提出日】 平成14年 8月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 6/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 高橋 文雄

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 石田 禎則

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 森平 英也

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 桑原 正英

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 伊勢 聡

【特許出願人】

【識別番号】 000005290

【氏名又は名称】 古河電気工業株式会社

【代理人】**【識別番号】** 100089118**【弁理士】****【氏名又は名称】** 酒井 宏明**【パリ条約による優先権等の主張】****【国名】** アメリカ合衆国**【出願日】** 2002年 6月28日**【出願番号】** 60/391,951**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 036711**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【包括委任状番号】** 0103421**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光ファイバ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 波長 1 3 8 3 n m の信号光の平均伝送損失が、波長 1 3 1 0 n m の信号光の平均伝送損失よりも小さく、長さが 1 k m 以上である光ファイバにおいて、

波長 1 3 8 3 n m の信号光の任意の 1 k m における区間損失の最大値と前記平均伝送損失との差が、0 . 0 3 d B / k m よりも小さいことを特徴とする光ファイバ。

【請求項 2】 前記差が 0 . 0 1 d B / k m よりも小さいことを特徴とする請求項 1 に記載の光ファイバ。

【請求項 3】 2 2 m 長におけるカットオフ波長が、1 3 8 0 n m 未満であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光ファイバ。

【請求項 4】 水素エージング試験後における波長 1 3 8 3 n m の信号光の平均伝送損失が、波長 1 3 1 0 n m の信号光の平均伝送損失よりも小さいことを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 つに記載の光ファイバ。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

この発明は、波長分割多重技術で用いられ、波長 1 3 8 3 n m の信号光の平均伝送損失が、波長 1 3 1 0 n m の信号光の平均伝送損失よりも小さく、長さが 1 k m 以上である光ファイバに関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

従来、光通信の分野においては、伝送される情報量の増大に伴って波長分割多重 (WDM: Wavelength Division Multiplexing) 伝送技術の開発が活発に行われており、伝送帯域を拡大する要求が高まっている。このような要求に応える一つの技術として、広間隔波長多重 (CWDM: Coarse-WDM) 技術が提案されている (米国特許第 6, 2 0 5, 2 6 8 号参照)。CWDM 技術は、隣り合う信号の波長間

隔を約 2 0 n m と広く取ることによって安価な WDM 伝送を実現するもので、今後大きく成長すると予想されるメトロポリタンエリアネットワーク (MAN: Metropolitan Area Network) での使用が検討されている。

【0 0 0 3】

一般に、光通信システムで用いる光ファイバは、ケーブル化されて地下の管路内に敷設されている。このとき、MAN 系の光通信システムでは、短距離の管路が複雑に錯綜した都市圏ネットワークで使用されることから、長尺の光ファイバを敷設し難い。このため、MAN 系の光通信システムでは、ピース長が平均 1 k m 程度の短尺の光ファイバケーブルが使用される。

【0 0 0 4】

一方、CWDM 技術は、波長間隔を大きく取ることから、1 3 1 0 ~ 1 5 5 0 n m に亘る広い伝送領域を必要とする。このような広範な伝送領域をカバーする光ファイバには、低損失であることから石英系ガラス製のシングルモードファイバが使用されている。但し、石英系ガラス製の光ファイバは、水分に伴う水酸イオン (OH 基) に起因した吸収ピークが 1 3 8 3 n m に存在する。このため、水酸イオンに起因した吸収ピークを低減したシングルモード光ファイバが開発されている。

【0 0 0 5】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、本発明者らが長さ 2 5 . 2 k m の標準のシングルモード光ファイバに関し、水酸イオンによる吸収が生じる波長 1 3 8 3 n m の光の伝送損失を測定したところ、平均伝送損失は 0 . 3 2 d B / k m であった。一方、水酸イオンに起因した吸収ピークを低減したシングルモード光ファイバに関し、長手方向に沿った 1 k m の区間毎に波長 1 3 8 3 n m の光の区間伝送損失を測定したところ、図 4 に示すように、およそ 0 . 3 0 ~ 0 . 3 7 d B / k m の範囲で大きく変動していることが分かった。これに対し、波長 1 3 1 0 n m および 1 5 5 0 n m の光に関し、同様の区間伝送損失を測定したところ、平均伝送損失からの変動幅は 0 . 0 3 d B / k m 以下の範囲に収まっていた。

【0 0 0 6】

従って、従来のシングルモード光ファイバは、波長 1 3 1 0 n m や 1 5 5 0 n m の光に関する長手方向に沿った短尺の場合の区間伝送損失は安定しているが、波長 1 3 8 3 n m の光に関する区間伝送損失が長手方向に沿って大きく変動し、MAN系の光通信システムで用いられる 1 連続長（ピース長）が 1 k m 程度の短尺な光ファイバケーブルとした場合、個々のピース毎に伝送損失が大きく変動してしまうという問題があった。

【0 0 0 7】

さらに、1 k m 毎における区間伝送損失の変動は、実効コア断面積拡大型や分散スロープ低減型のノンゼロ分散シフト光ファイバのように、屈折率プロファイルが複雑化する程、大きくなる傾向にあることも判明した。

【0 0 0 8】

この発明は、上述した従来技術による問題点を解消し、CWDM伝送に好適な光ファイバを提供することを目的とする。

【0 0 0 9】

【課題を解決するための手段】

上述した課題を解決し、目的を達成するため、本発明者らは光ファイバの長手方向に沿った区間伝送損失の変動について鋭意検討を加えた。その結果、区間伝送損失の変動は、光ファイバのプリフォーム（母材）段階におけるコア径やコア偏心率の長手方向に沿った変動が原因であることを突き止めた。これは、通常、オーバークラッド中の水酸イオンは、線引きの際にコアに向かって拡散する。しかし、モードフィールド径の大きい部分では、小さい部分に比べて水酸イオンの拡散量が大きくなる。このため、長手方向に沿ってモードフィールド径が変動していると、1 3 8 3 n m の光の伝送損失が長手方向に沿って変動することになるのである。

【0 0 1 0】

この場合、1 3 8 3 n m の光の平均伝送損失を低減させるためには、コアロッドにおけるクラッドとコアの直径比を大きくすることが有効である（米国特許第 6, 1 3 1, 4 1 5 号参照）。しかし、コアロッドにおけるクラッドとコアの直径比を大きくすると、直径比の微小変動が、プリフォームを線引きして光ファイ

バにしたときに、長手方向に沿ったモードフィールド径の変動や、伝送損失の変動する長さが長くなる状態を招来する。

【0 0 1 1】

一方、本発明者らの検討によれば、例えば、VAD法によってプリフォームを製造する場合、コア製造時におけるクラッドとコアの直径比を2以下とすると、線引きした光ファイバにおける区間伝送損失の変動を1 km以下に抑えることができるという知見を見出した。さらに、コアロッドにおける最外層のクラッド領域との間に、嵩密度の小さいガラス微粒子を透明ガラス化して得られる第2クラッド領域を配置することで、全体的に水酸イオンに起因した吸収ピークを低減することができるという知見も併せて見出した。

【0 0 1 2】

この発明は、上述した知見に基づいてなされたもので、請求項1の発明に係る光ファイバは、波長1 3 8 3 nmの信号光の平均伝送損失が、波長1 3 1 0 nmの信号光の平均伝送損失よりも小さく、長さが1 km以上の光ファイバにおいて、波長1 3 8 3 nmの信号光の任意の1 kmにおける区間損失の最大値と前記平均伝送損失との差が、0. 0 3 dB/kmよりも小さいことを特徴とする。

【0 0 1 3】

請求項1の発明によれば、MAN系の光通信システムで用いたときに、個々の光ファイバケーブル毎における伝送損失の変動を小さく抑えるようにしている。

【0 0 1 4】

また、請求項2の発明に係る光ファイバは、上記の発明において、前記差が0. 0 1 dB/kmよりも小さいことを特徴とする。

【0 0 1 5】

請求項2の発明によれば、波長1 3 8 3 nmの信号光の任意の1 kmにおける区間損失の最大値と前記平均伝送損失との差がより好適となり、個々の光ファイバケーブル毎における伝送損失の変動が小さく抑えられる。

【0 0 1 6】

また、請求項3の発明に係る光ファイバは、上記の発明において、22 m長におけるカットオフ波長が、1 3 8 0 nm未満であることを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

請求項 3 の発明によれば、水酸イオンに起因した吸収ピークが発生する波長 1 3 8 3 n m においてシングルモードファイバとして使用するようになっている。

【 0 0 1 8 】

また、請求項 4 の発明に係る光ファイバは、上記の発明において、水素エージング試験後における波長 1 3 8 3 n m の信号光の平均伝送損失が、波長 1 3 1 0 n m の信号光の平均伝送損失よりも小さいことを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

請求項 4 の発明によれば、1 3 8 3 n m の信号光の水酸イオンによる吸収を標準のシングルモード光ファイバよりも小さくなるようになっている。

【 0 0 2 0 】

ここで、本明細書において、平均伝損失 (d B / k m) とは、光ファイバの 1 連続長 (ピース長) に対し、伝送損失 (d B) を長さ (k m) で割った値をいう。任意の 1 k m における区間損失 (d B / k m) とは、光ファイバ 1 連続長 (ピース長) の長手方向に沿った任意の 1 k m における伝送損失をいう。水素エージング試験とは、I E C 6 0 7 9 3 - 2 - 5 0 (first edition 2002-01) A n n e x C S e c t i o n C. 3. 1 に規定される方法に従って行う試験をいう。本発明では、波長 λ_y は、1 3 8 3 n m とする。2 2 m 長におけるカットオフ波長とは、I T U - T (国際電気通信連合) G. 6 5 0 で定義するケーブルカットオフ波長 λ_{cc} をいう。その他、本明細書で特に定義しない用語については I T U - T G. 6 5 0 における定義、測定方法に従うものとする。

【 0 0 2 1 】**【発明の実施の形態】**

以下に図面を参照して、この発明に係る光ファイバの好適な実施の形態について説明する。

【 0 0 2 2 】**(実施の形態 1)**

まず、この発明の光ファイバに係る実施の形態 1 について説明する。図 1 は、この発明の実施の形態 1 である光ファイバの構成を示す図である。実施の形態 1

である光ファイバ1は、単純な屈折率プロファイルとした光ファイバであり、1300～1550 nmに亘る広範な波長帯域において使用され、コア1aを3層の第1～第3クラッド層1b～1dが覆っているステップインデックス型のシングルモードファイバである。光ファイバ1は、コア1aの周囲にそれぞれ屈折率が同一な第1～第3クラッド層1b～1dがこの順に同心円状に形成されている。光ファイバ1は、波長1383 nmの信号光の平均伝送損失が、波長1310 nmの信号光の平均伝送損失よりも小さく、長さが1 km以上である。

【0023】

光ファイバ1は、波長1383 nmの信号光の任意の1 kmにおける区間損失の最大値と平均伝送損失との差が、0.03 dB/kmよりも小さいことを特徴とする。この差は、より好ましくは0.02 dB/kmよりも小さく、最も好ましくは0.01 dB/kmよりも小さいことが望ましい。光ファイバ1は、前記差が上記のようであると、個々の光ファイバケーブル毎における伝送損失の変動が小さく、MAN系の光通信システムでの使用に好適である。

【0024】

また、光ファイバ1は、22 m長におけるカットオフ波長が1380 nm未満であることを特徴とする。カットオフ波長が1380 nm未満であれば、光ファイバ1は、1380～1550 nmの範囲においてシングルモードファイバとして機能する。好ましくは、光ファイバ1は、22 m長におけるカットオフ波長を1300 nm未満とすることが望ましい。このようにすると、光ファイバ1は、1300～1550 nmの範囲においてシングルモードファイバとして機能する。

【0025】

さらに、光ファイバ1は、IEC 60793-2-50 (first edition 2002-01) Annex C Section C.3.1に規定される水素エージング試験後における波長1383 nmの信号光の平均伝送損失が、波長1310 nmの信号光の平均伝送損失よりも小さいことを特徴とする。水素エージング試験後における波長1380 nmの信号光の平均伝送損失が、波長1310 nmの信号光の平均伝送損失よりも大きいと、1383 nmにおいて水酸イオンによる伝

送損失が経時的に増加し、信号光を長期に亘って安定して伝送することができなくなる。

【0026】

以上のように構成される光ファイバ1は、VAD法、MCVD法、OVD法等によって製造したプリフォームを線引きして製造される。例えば、サイズに対する制約が少なく、太径で長尺のプリフォームの製造に適したVAD (Vapor-phase Axial Deposition) 法によってプリフォームを製造する場合に基づいて光ファイバ1の製造方法を以下に説明する。

【0027】

先ず、同心円状多重管バーナにより、酸水素火炎を形成し、この火炎中にガラス原料ガスおよび場合によってドーパント原料ガス等を送り込み、火炎加水分解反応あるいは酸化反応によりガラス微粒子（スート）を生成し、このガラス微粒子を出発ロッドの先端あるいは外周に堆積させ、ハロゲン系ガスで脱水した。その後、堆積したガラス微粒子を加熱炉で加熱して透明化することにより、図2（）に示すように、コア領域5aと、コア領域5aの外周にクラッドの一部となる第1クラッド領域5bとを有するコアロッド5を得た。

【0028】

つぎに、透明なコアロッド5の外周に更にクラッド用のガラス微粒子を堆積し、得られたコアロッドとガラス微粒子の堆積体からなる複合体を、再び焼結炉で焼結して透明ガラス化し、光ファイバ用のプリフォームを得た。このとき、クラッドとコアの直径比は、2以下とした。また、図2（b）に示すように、コアロッド5と最外層の第3クラッド領域7との間に、嵩密度の小さいガラス微粒子を透明ガラス化して得られる第2クラッド領域6を配置した。コアロッド5と第2クラッド領域6の直径比は、6～8とした。さらに、第2クラッド領域6は、ガラス微粒子のスート段階における嵩密度を 0.3 g/cm^3 以下とすることが好ましく、より好ましくは 0.25 g/cm^3 以下、最も好ましくは 0.20 g/cm^3 以下とする。嵩密度をこのように設定することで、第2クラッド領域6が含有する水酸イオンを 1 ppm 以下に低減することができた。

【0029】

ついで、光ファイバ用プリフォームの表面を火炎研磨した後、電気炉を用いて延伸し、所定の太さのプリフォームロッドを作製した。このように、延伸の際に水酸イオンを生成する原因となる酸水素火炎バーナを使用しないことにより、光ファイバ用のプリフォームは、含有する水酸イオンを 1 p p m 以下に低減することができた。

【0 0 3 0】

そして、このようにして得られたプリフォームロッドを線引炉で加熱し、軟化した部分を引き延ばして線引きすることにより光ファイバ 1 を製造した。製造した光ファイバ 1 に関し、波長 1 3 1 0, 1 3 8 3, 1 5 5 0 n m において平均伝送損失並びに任意の 1 k m の区間損失の最大値をそれぞれ O T D R (Optical Time Domain Reflectometer) で測定したところ、表 1 に示す結果が得られた。

【0 0 3 1】

【表 1】

	区間損失の最大値 (dB/km)	平均伝送損失 (dB/km)
1310nm	0.36	0.34
1383nm	0.32	0.31
1550nm	0.21	0.20

従って、光ファイバ 1 は、1 3 8 3 n m における任意の 1 k m の区間損失の最大値と平均伝送損失との差が 0. 0 1 (d B / k m) と、0. 0 3 (d B / k m) よりも小さかった。このため、光ファイバ 1 は、長手方向に沿った任意の 1 k m の区間損失の変動が小さく、光通信システムで用いた場合、個々の光ファイバケーブル毎における伝送損失の変動が小さく抑えられる。

【0 0 3 2】

一方、製造した光ファイバ 1 について、2 2 m 長におけるカットオフ波長は、1 2 2 0 n m であった。また、モードフィールド径 M F D (μ m) は、表 2 に示す結果が得られた。

【0033】

【表2】

	1310nm	1383nm	1550nm
MFD(μm)	9.2	9.6	10.4

表2に示す結果から明らかなように、光ファイバ1は、1310～1550nmにおいてシングルモード動作可能なことが分かる。

【0034】

一方、製造した光ファイバ1に対してIEC60793-2-50 (first edition 2002-01) Annex C Section C.3.1に規定される水素エージング試験を施し、試験後にOTDRを用いて波長1310nmおよび波長1383nmの信号光で平均伝送損失を測定した。その結果、波長1310nmおよび波長1383nmの信号光は、共に水素エージング試験の前後において平均伝送損失の変化はなかったが、波長1383nmの信号光の平均伝送損失は、水素エージング試験の前後において波長1310nmの信号光の平均伝送損失よりも小さかった。従って、光ファイバ1は、1383nmにおいて信号光を長期に亘って安定して伝送することができる。

【0035】

(実施の形態2)

つぎに、この発明の光ファイバに係る実施の形態2について説明する。図3は、この発明の実施の形態2である光ファイバの構成を示す図である。実施の形態2である光ファイバ10は、実施の形態1で説明した光ファイバ用のプリフォームに関する製造方法を図3に示す屈折率プロファイルに適用し、実効コア断面積(A_{eff}) 拡大型のノンゼロ分散シフトファイバ(NZDSF: Non Zero Dispersion Shifted Fiber)、分散スロープ低減型のNZDSFを試作したものである。

【0036】

光ファイバ10は、屈折率分布型の第1コア10aの周囲に第2コア10b、第3コア10c及びクラッド10dが同心円状に形成され、クラッド10dに対

する比屈折率差が、第2コア10bは負、第3コア10cは正に設定されている。光ファイバ10は、波長1383nmにおける平均伝送損失および1km毎の区間損失の最大値を、実施の形態1と同様にして測定したところ、区間損失の最大値と平均伝送損失との差が0.03(dB/km)よりも小さかった。

【0037】

【発明の効果】

以上説明したように、請求項1の発明によれば、波長1383nmの信号光の平均伝送損失が、波長1310nmの信号光の平均伝送損失よりも小さく、長さが1km以上である光ファイバにおいて、波長1383nmの信号光の任意の1kmにおける区間損失の最大値と前記平均伝送損失との差が、0.03dB/kmよりも小さいので、個々の光ファイバケーブル毎における伝送損失の変動が小さく抑えられ、1310～1550nmに亘る波長帯域での使用が可能で、CWDM伝送に好適な光ファイバを提供することができるという効果を奏する。

【0038】

請求項2の発明によれば、前記差が0.01dB/kmよりも小さいので、個々の光ファイバケーブル毎における伝送損失の変動を小さく抑えられるという効果を奏する。

【0039】

また、請求項3の発明によれば、22m長におけるカットオフ波長が、1380nm未満であるので、1380～1550nmに亘る波長帯域でシングルモードファイバとして機能するという効果を奏する。更に、22m長におけるカットオフ波長が1300nm未満の場合には、1300～1550nmに亘る波長帯域でシングルモードファイバとして機能するという効果を奏する。

【0040】

また、請求項4の発明によれば、水素エージング試験後における波長1383nmの信号光の平均伝送損失が、波長1310nmの信号光の平均伝送損失よりも小さいので、1383nmにおいて信号光を長期に亘って安定して伝送することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

この発明の実施の形態 1 である光ファイバの構成を示す図である。

【図 2】

図 1 に示す光ファイバ用のプリフォームの層構成を示す図である。

【図 3】

この発明の実施の形態 2 である光ファイバの構成を示す図である。

【図 4】

水酸イオンに起因した吸収ピークを低減したシングルモード光ファイバにおける波長 1 3 8 3 n m の光の区間伝送損失を示す図である。

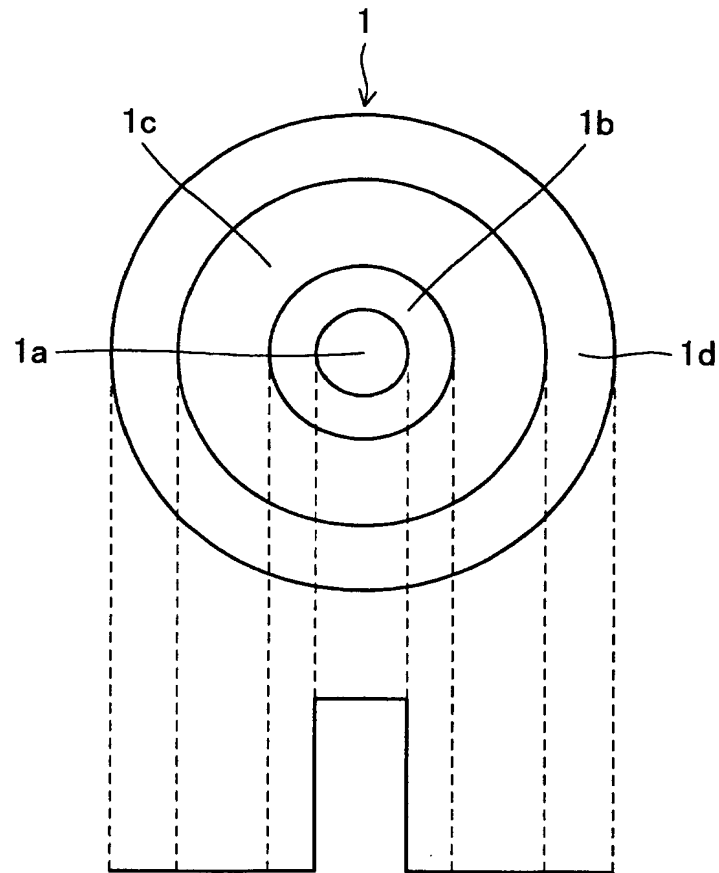
【符号の説明】

- 1 光ファイバ
- 1 a コア
- 1 b ~ 1 d 第 1 ~ 第 3 クラッド層
- 5 コアロッド
- 5 a コア領域
- 5 b 第 1 クラッド領域
- 6 第 2 クラッド領域
- 7 第 3 クラッド領域
- 1 0 光ファイバ
- 1 0 a 第 1 コア
- 1 0 b 第 2 コア
- 1 0 c 第 3 コア
- 1 0 d クラッド

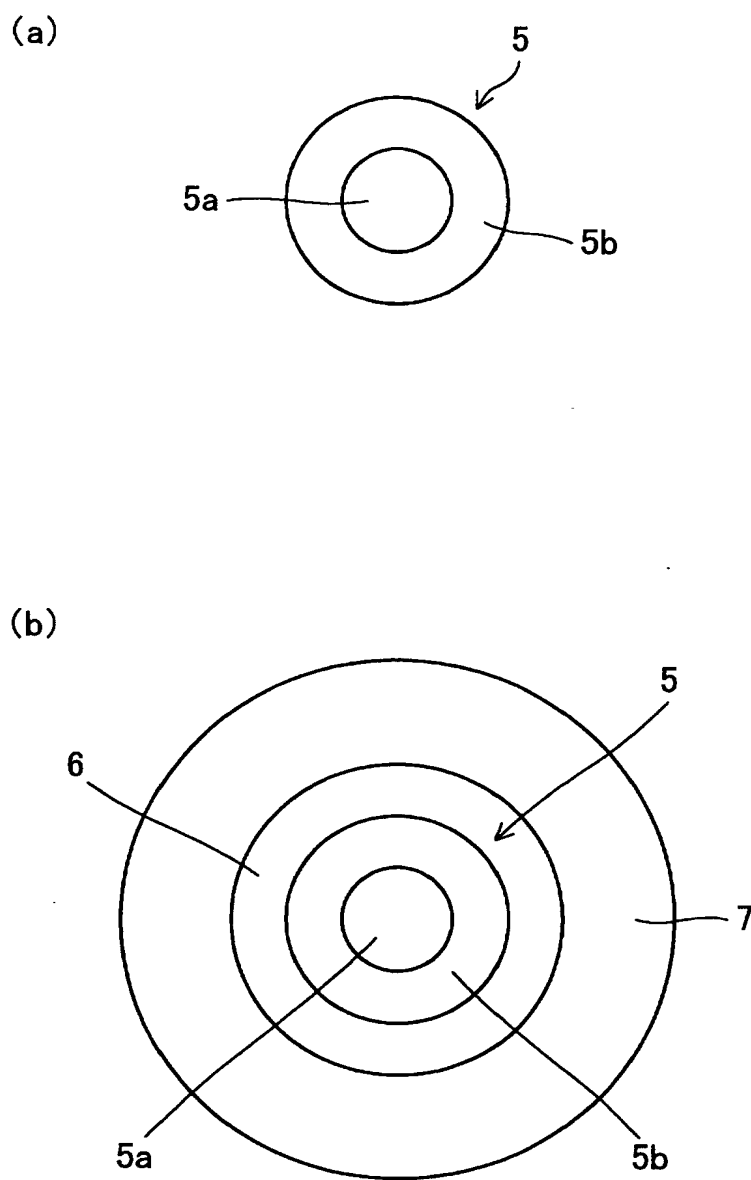
【書類名】

図面

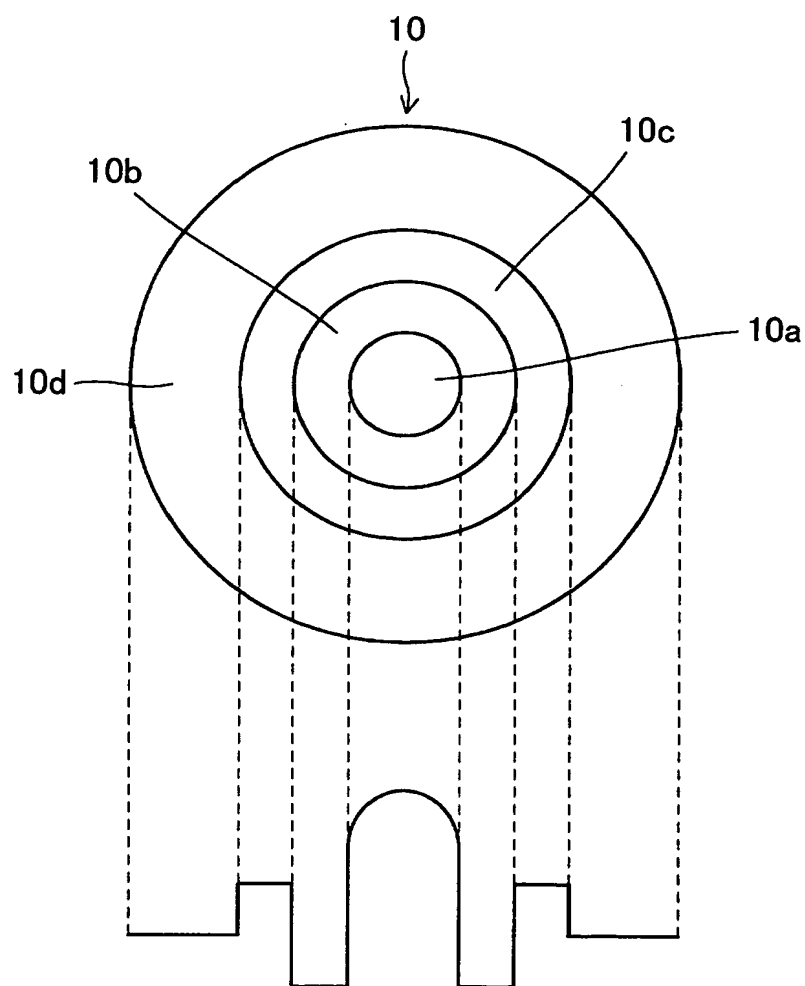
【図 1】



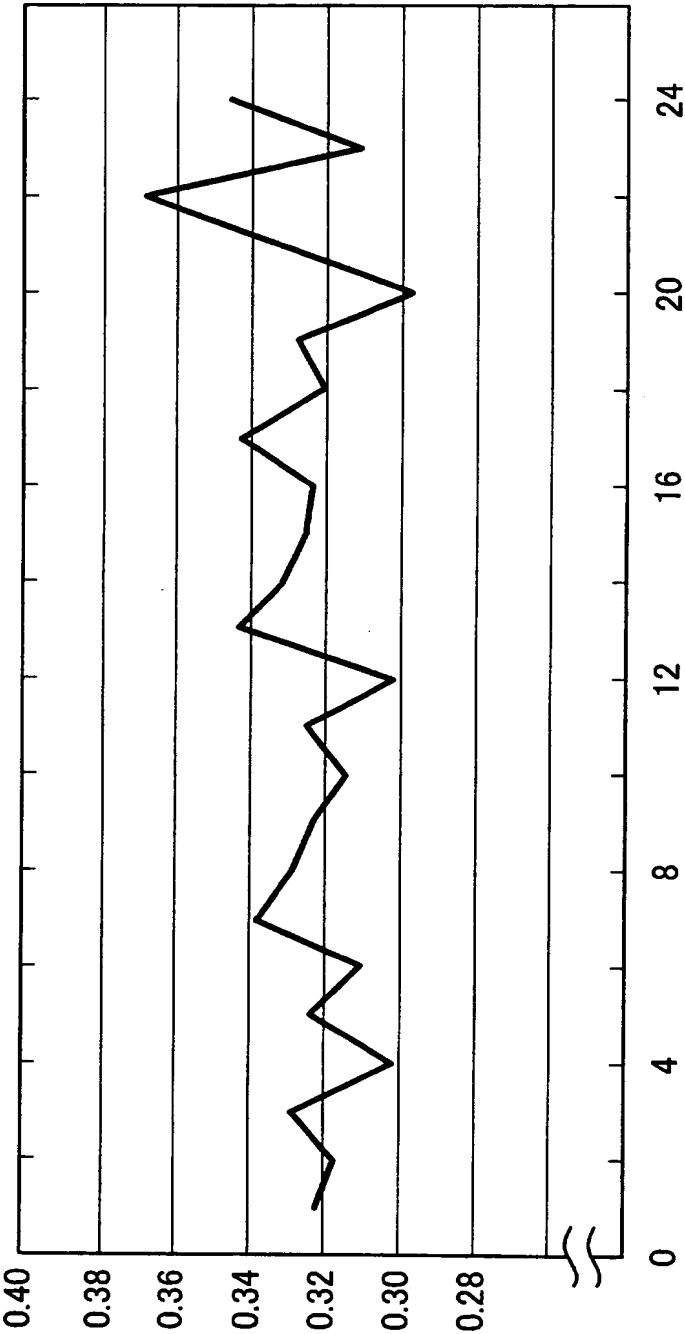
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 C W D M 伝送に好適な光ファイバを提供すること。

【解決手段】 波長 1 3 8 3 n m の信号光の平均伝送損失が、波長 1 3 1 0 n m の信号光の平均伝送損失よりも小さく、長さが 1 k m 以上の光ファイバ。波長 1 3 8 3 n m の信号光の任意の 1 k m における区間損失の最大値と平均伝送損失との差が、0 . 0 3 d B / k m よりも小さい。M A N 系の光通信システムで用いたときに、個々の光ファイバケーブル毎における伝送損失の変動が小さく抑えられる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 2 5 3 3 9 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 2 9 0]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 9 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号
氏 名	古河電気工業株式会社